KEMA CERTIFICATE
ISO 9001:2000
Certificate n.2007399

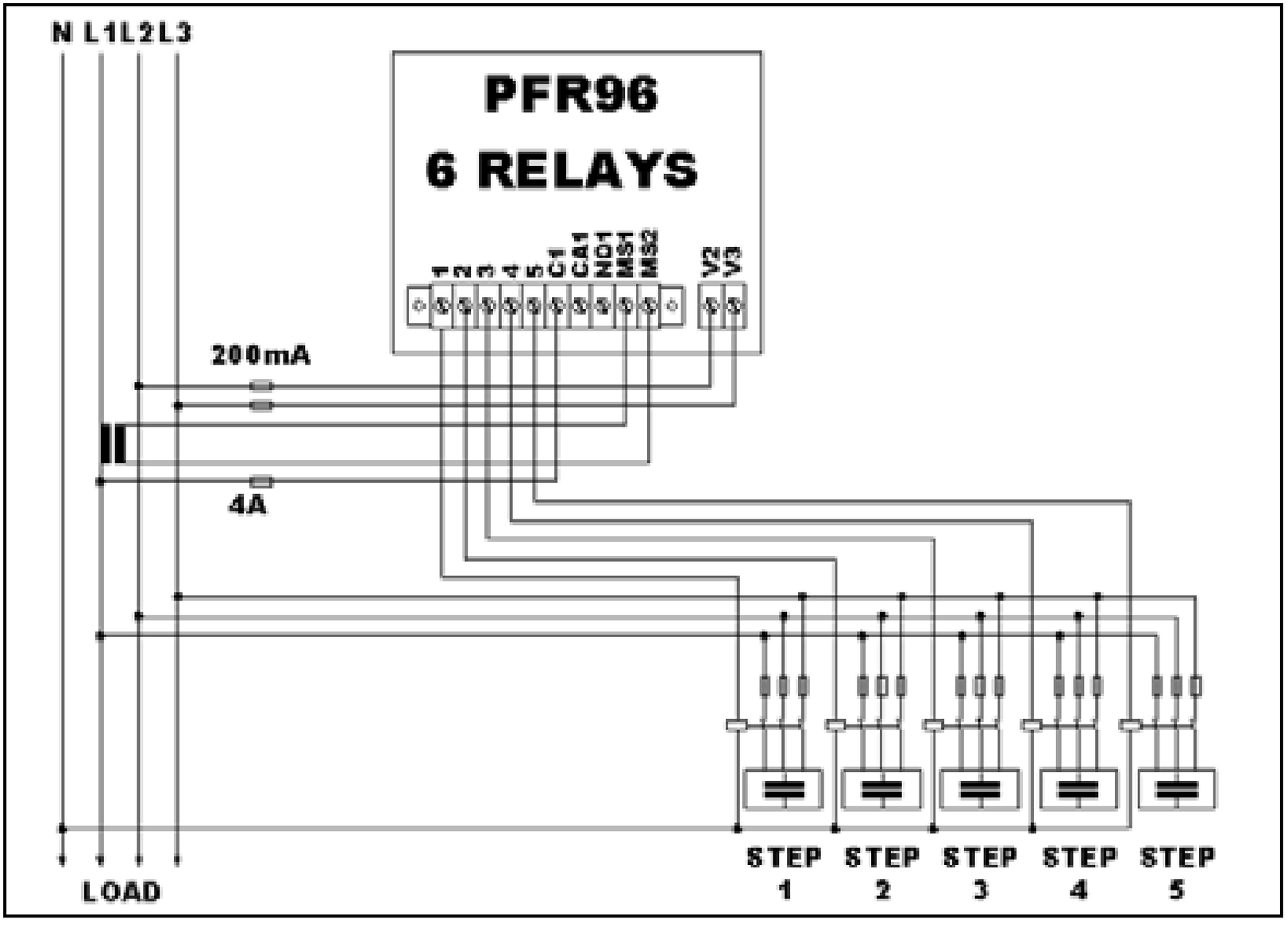
elcontrol®
energy net

PFR96 - PFR96plus

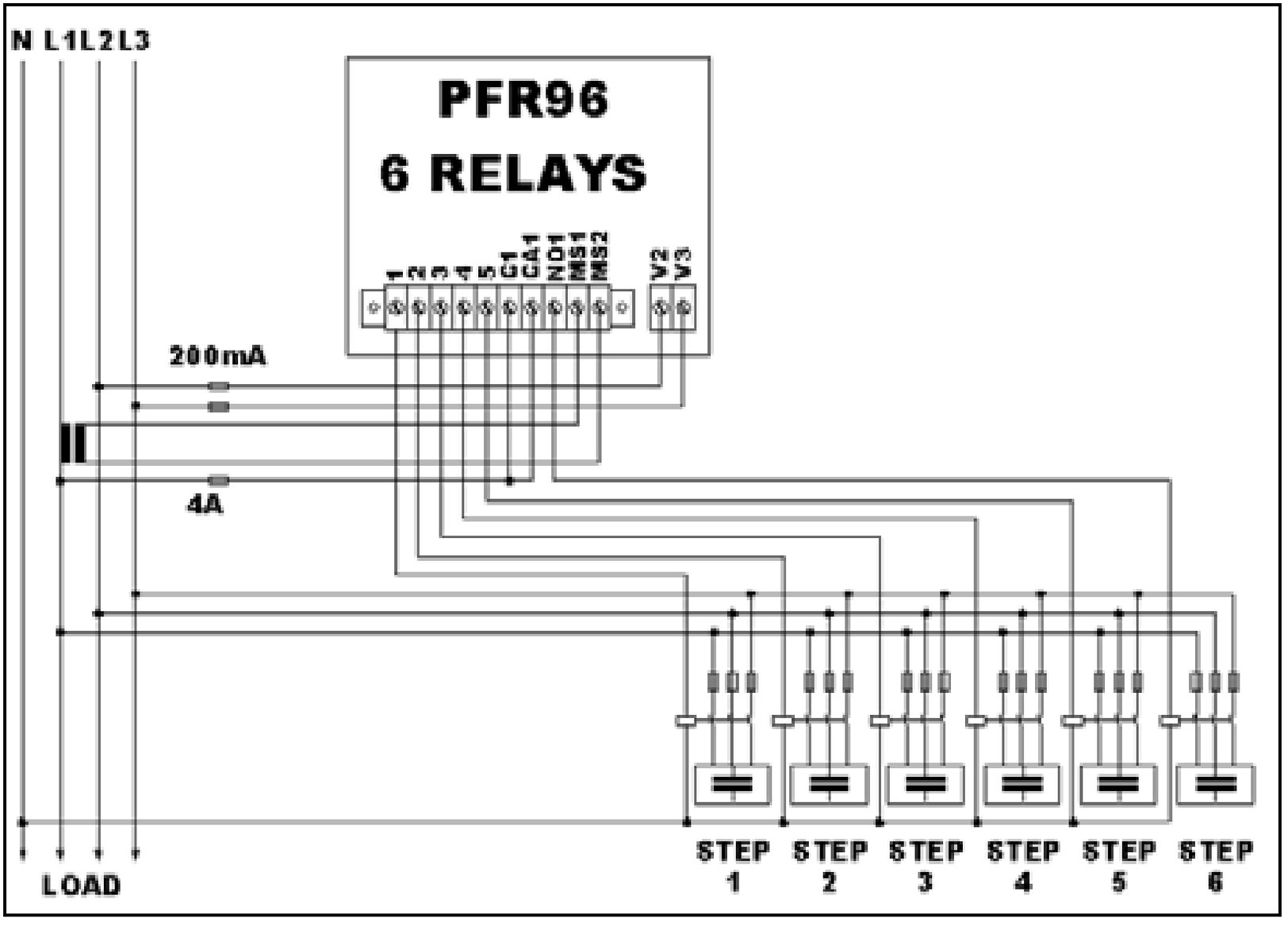
REGOLATORE AUTOMATICO DI RIFASAMENTO
Manuale d'Uso

AUTOMATIC PF REGULATOR
User Manual

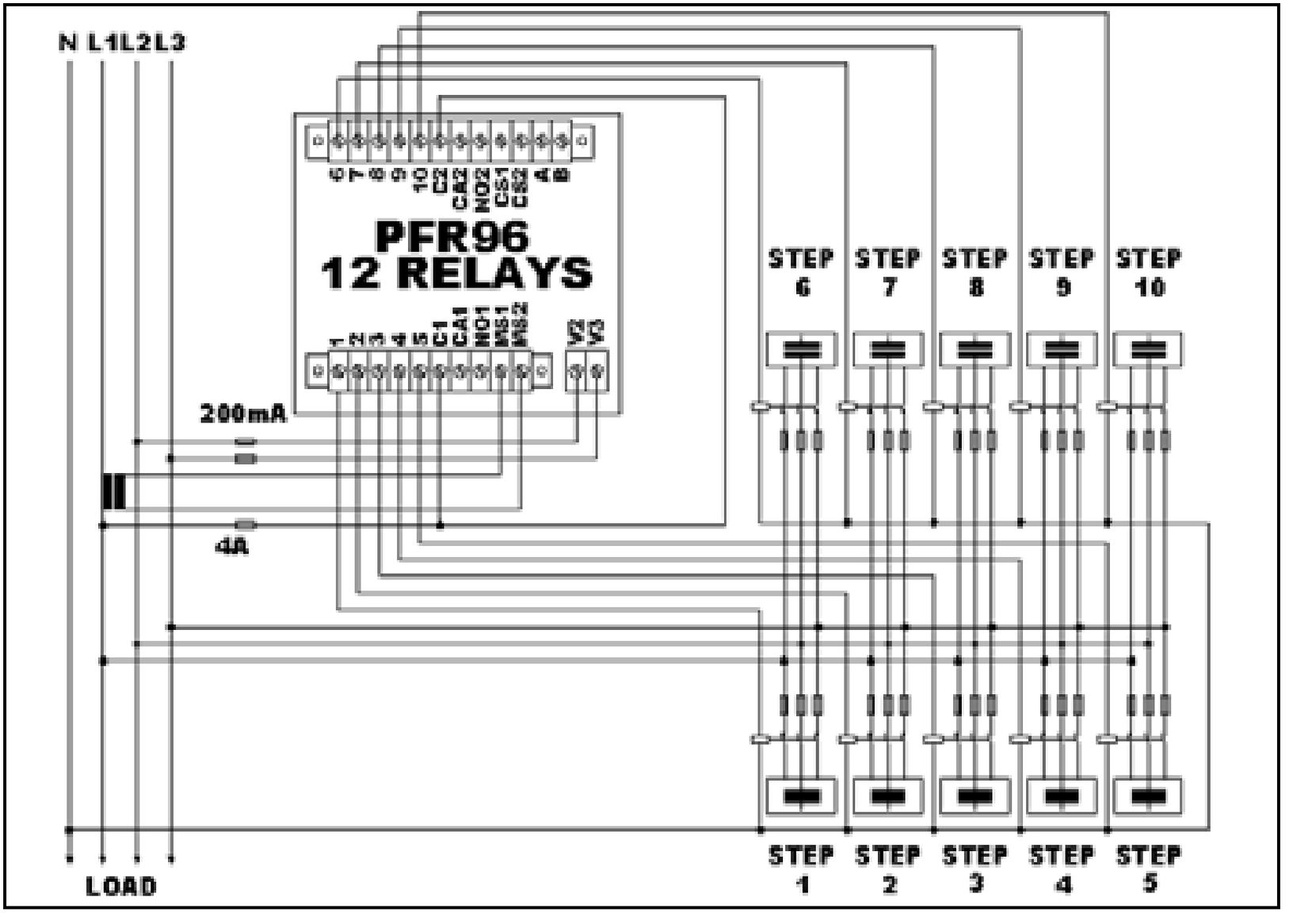
REGULADORES AUTOMATICOS DE REACTIVA
Manual de Instrucciones



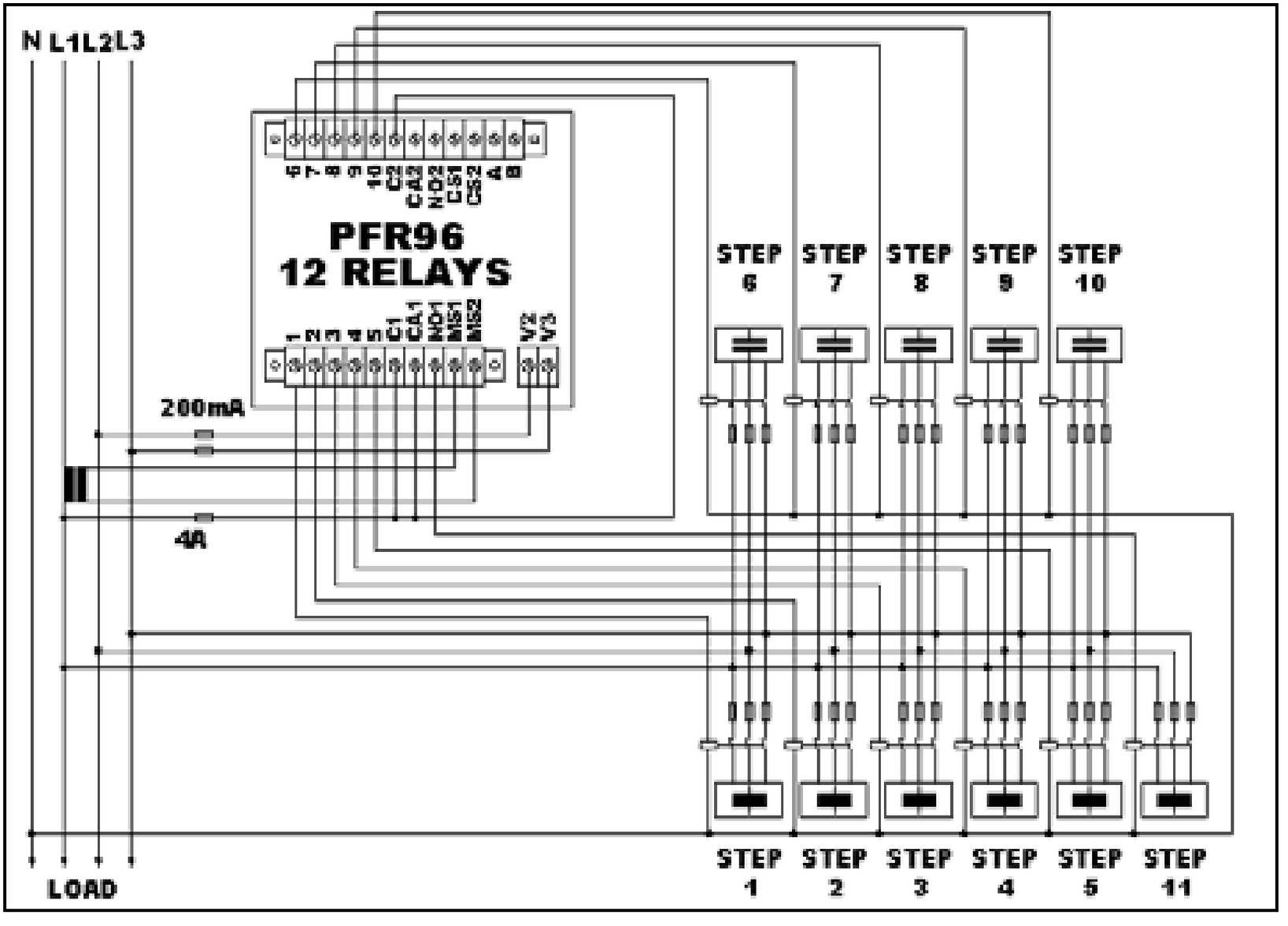
Comando di 5 batterie *Fig. 1*
Control of 5 banks *Fig. 1*
Mando de 5 baterías *Fig. 1*



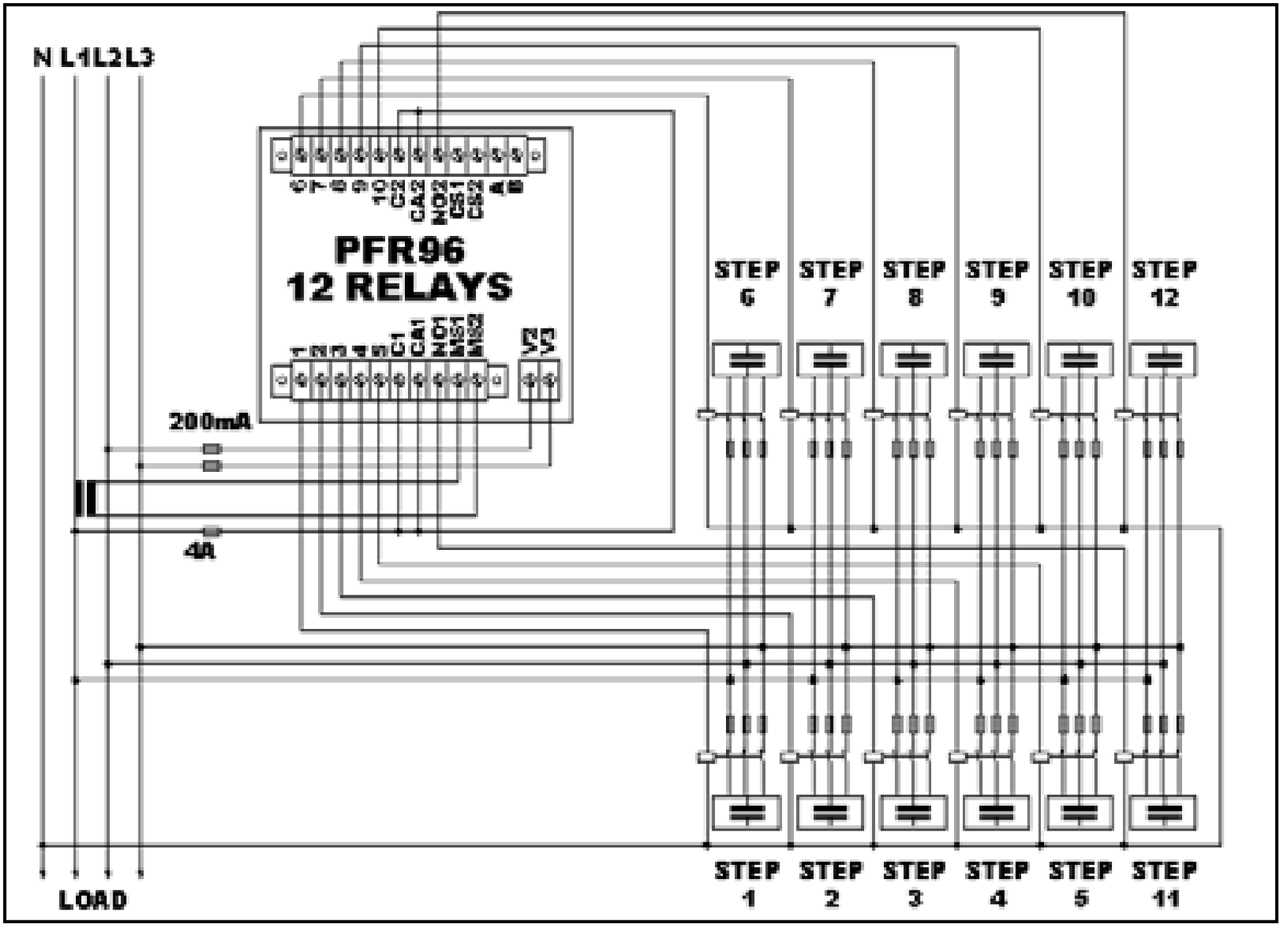
Comando di 6 batterie *Fig. 2*
Control of 6 banks *Fig. 2*
Mando de 6 baterías *Fig. 2*



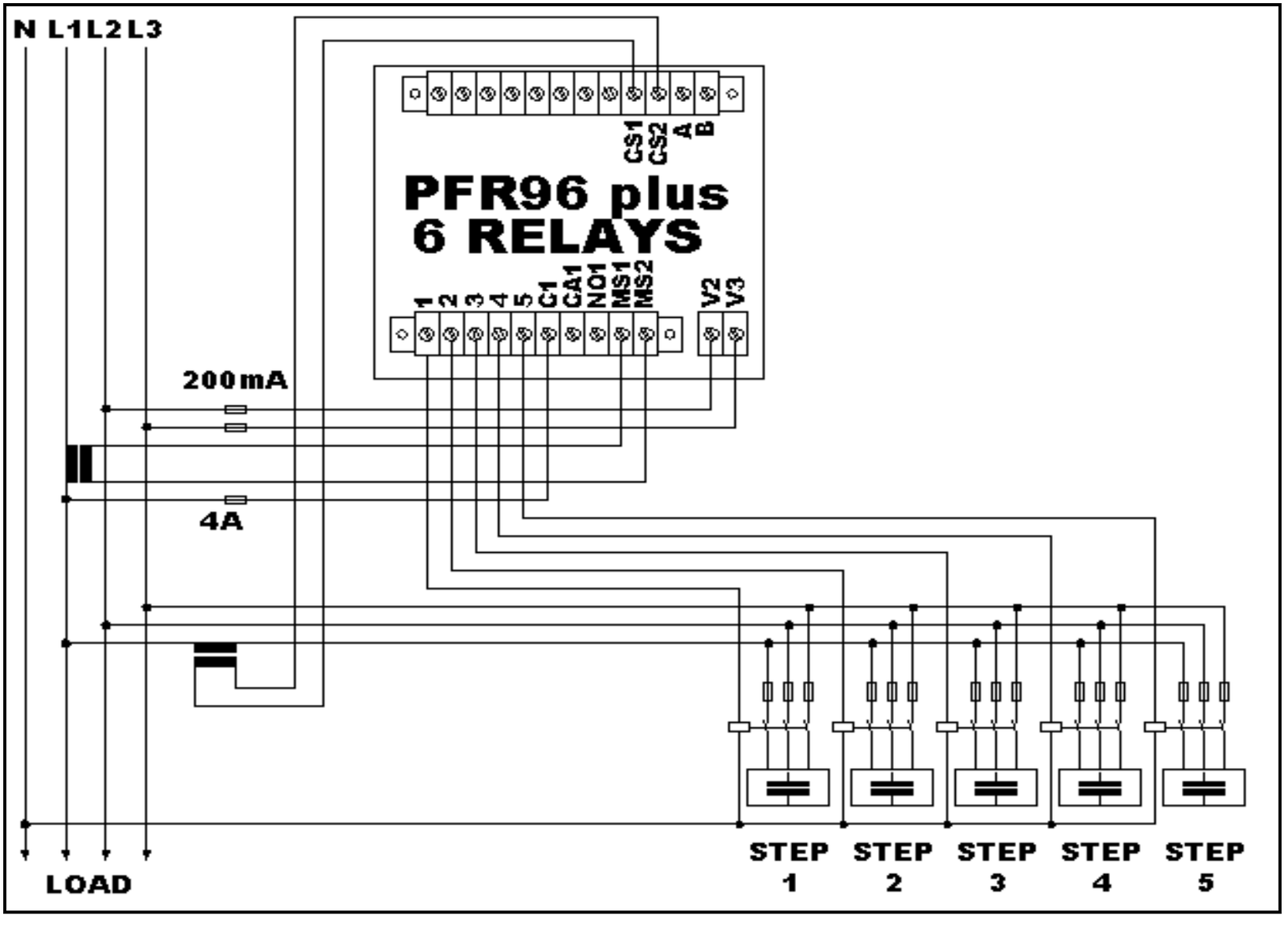
Comando di 10 batterie *Fig. 3*
Control of 10 banks *Fig. 3*
Mando de 10 baterías *Fig. 3*



Comando di 11 batterie *Fig. 4*
Control of 11 banks *Fig. 4*
Mando de 11 baterías *Fig. 4*



Comando di 12 batterie *Fig. 5*
Control of 12 banks *Fig. 5*
Mando de 12 baterías *Fig. 5*



Collegamento del TA del Rifasamento *Fig. 6*
Connection of the Power Factor Correction CT *Fig. 6*
Conexión del TA de la compensación reactiva *Fig. 6*

ESPAÑOL - Manual de uso

1 - PRESENTACION 58
2 - SEGURIDAD 59
2.1 - Declaración de conformidad CE 60
2.2 - Seguridad de los operadores 61
3 - ALIMENTACIÓN Y CONEXIÓN 61
3.1 - Alimentación 61
3.2 - Medición de la tensión 61
3.3 - Medición de la corriente de línea 62
3.4 - Medición de la corriente de la compensación reactiva 62
3.5 - Salidas de mando 62
4 - PUESTA EN SERVICIO 63
4.1 - Operaciones preliminares 63
4.1.1 - Selección del idioma 64
4.1.2 - Programación básica 64
4.1.3 - Configuración del cosφ deseado 65
4.1.4 - Controles de la puesta en funcionamiento 66
4.1.5 - Prueba de funcionamiento 1 66
4.1.6 - Prueba de funcionamiento 2 67
4.2 - Programación avanzada 68
4.2.1 - Programación de los parámetros de medición 69
4.2.2 - Programación de la regulación 70
4.2.3 - Programación de las alarmas. 72
4.2.4 - Programación de los relés auxiliares (para señalizaciones de alarmas o control de ventiladores) 73
4.2.5 - Programación del puerto de comunicación RS485. 74
5 - FUNCIONES DEL REGULADOR 74
5.1 - Medición 74
5.1.1 - Contadores 75
5.1.2 - Mediciones en el sistema de compensación reactiva 77
5.2 - Control y protección 77
5.2.1 - Cajada de tensión 78
5.2.2 - Control de la frecuencia 78
5.2.3 - Otros controles 79
5.3 - Regulación – funcionamiento automático 79
5.4 - Regulación–funcionamiento manual 79
6 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 80
6.1 - Características de fabricación 80
6.2 - Características eléctricas y de funcionamiento 80
6.3 - Condiciones ambientales y de funcionamiento 81
7 - USO Y MANTENIMIENTO 81

1 - PRESENTACION

El **PFR96** es un avanzado dispositivo, equipado con un microprocesador de 16bit, para el control y la regulación automática de la potencia reactiva absorbida por la instalación eléctrica; permite realizar la compensación reactiva de una línea trifásica relativamente equilibrada, mediante mediciones de tensión y de corriente en una sola fase.

La conexión estándar de medición es del tipo denominado “en cuadratura”, pero se pueden adoptar diferentes modos de conexión.
Puede funcionar tanto en redes de 50Hz y de 60Hz, con tensión de alimentación / medida admisible comprendida en un amplio rango alrededor del valor nominal; se puede realizar la medición con un transformador voltimétrico. La medición de la corriente se debe realizar con un TA, con corriente secundaria nominal 5A y potencia adecuada.
El **PFR96** controla constantemente el valor de la potencia reactiva presente en línea y controla las salidas para mantener el coseno al valor preestablecido, con un alto nivel de eficiencia. Las operaciones de conexión y desconexión se realizan sólo cuando se producen variaciones de potencia reactiva superiores a una fracción de la potencia del 1er escalón que compone el sistema de compensación reactiva, y sólo si el pedido de intervención permanece activo durante un tiempo preestablecido.
El **PFR96** puede controlar la potencia reactiva en los 4 cuadrantes, para realizar la compensación reactiva de cargas y de generadores.
El **PFR96** posee una página de programación básica simplificada que permite al usuario menos exigente poner en funcionamiento el instrumento, sin necesidad de programar los muchos datos que el PFR96 puede controlar.
El **PFR96** aprovecha de la mejor manera las baterías de compensación reactiva, ecualizando las horas de funcionamiento de las mismas, tratando al mismo tiempo de alcanzar el coseno predeterminado en el menor tiempo y con el menor número posible de maniobras (véase *Programación Avanzada*).
El **PFR96** permite configurar el estado de cada batería, eligiendo entre el control directo del regulador o bien el estado de “siempre encendida” o “siempre apagada”, eliminando la necesidad de instalar selectores específicos en la parte frontal del cuadro.
El **PFR96** posee un sistema de señalización para el ‘mantenimiento recomendado’ que indica al controlador de la instalación que es conveniente realizar un control de los componentes del sistema de compensación reactiva. En el display se pueden visualizar los contadores de las horas de funcionamiento y el número de maniobras de cada batería de los condensadores.
El **PFR96** posee un alto número de salidas, 6 ó 12 salidas, de las cuales respectivamente 1 y 2 pueden ser asociadas al mando de un ventilador externo o a la señalización de condiciones anómalas. La versión STATIC RELAY está equipada con salidas de relé estático tipo *zero crossing*, para lograr una vida útil

prácticamente infinita del dispositivo de mando y un perfecto control del contador de potencia, con consecuente mejoramiento de sus rendimientos.
El **PFR96** está equipado con una sonda térmica interna para el control de la ventilación del cuadro en el que se encuentra el sistema de compensación reactiva y para el control de procedimientos automáticos de protección contra sobretemperatura.
El **PFR96**, en la versión *plus*, está equipado con una segunda entrada de corriente, para la medición de la corriente absorbida de una fase del sistema de compensación reactiva; de este modo se pueden controlar directamente los esfuerzos armónicos inherentes al sistema de compensación reactiva, además de su rendimiento en términos de potencia.
El **PFR96**, en la versión *plus*, puede estar equipado con un puerto de comunicación serie RS485 con protocolo de comunicación estándar MODBUS RTU, que permite controlar los parámetros de funcionamiento y el estado de las salidas a través de una consulta remota.
El **PFR96** está equipado con un display alfanumérico con iluminación trasera para una visualización completa de las mediciones, de las anomalías y de los parámetros de funcionamiento.
El **PFR96** muestra en el display las mediciones de cosφ, tensión, corriente, potencia activa y reactiva, distorsión armónica de tensión y de corriente, horas de trabajo y número de maniobras realizadas por cada batería.
El **PFR96** está equipado con un sistema de programación simplificado en niveles, para una gestión intuitiva de los parámetros de funcionamiento.
El **PFR96** cuenta con una página para la selección del idioma de los mensajes que se visualizan en el display. Están disponibles 5 idiomas (inglés, italiano, español, francés, alemán).
El **PFR96** está equipado con tableros de bornes desmontables, con tornillos de retención, para las señales procedentes de los TA y para las señales de mando de las baterías, para evitar los riesgos vinculados con el desenganche imprevisto de los conectores.
El **PFR96** se encuentra dentro de una caja empotrable en formato 96x96, realizada con material plástico reforzado.
El **PFR96** posee funciones inteligentes para proteger las baterías de los condensadores en caso de nivel bajo de *power quality.*

2 - SEGURIDAD

Este instrumento ha sido fabricado y probado en conformidad con las normas y dejó el establecimiento de producción en perfectas condiciones de seguridad técnica. Para mantener estas condiciones y garantizar un funcionamiento en condiciones seguras, el usuario debe atenerse a las indicaciones y a las marcas presentes en las siguientes instrucciones de uso.

- Antes de conectar el instrumento es necesario comprobar que la tensión de funcionamiento del equipo y la tensión de red coincidan.
- Los puntos de conexión pueden estar bajo tensión; antes de realizar cualquier manipulación, mantenimiento o reparación, se debe desconectar el instrumento de todas las fuentes de tensión.
- Los condensadores dentro del instrumento pueden estar cargados incluso después de haber desconectado el mismo de todas las fuentes de tensión.
- Es necesario asegurarse de que las protecciones utilizadas como repuesto sean del tipo y del valor nominal requeridos. No se permite el uso de protecciones reparadas. Después de haber comprobado que ya no es posible un funcionamiento del instrumento en condiciones seguras, el mismo debe ser puesto fuera de servicio y asegurado contra funcionamientos involuntarios. Un funcionamiento en condiciones seguras ya no es posible en los siguientes casos:
  - cuando el instrumento presenta daños claramente visibles;
  - cuando el instrumento ya no funciona;
  - después de un almacenamiento prolongado en condiciones desfavorables;
  - después de graves daños sufridos durante el transporte.

2.1 - Declaración de conformidad CE

Declaración de conformidad con la directiva CEE 89/336 (compatibilidad electromagnética) y con las directivas CEE 73/23 y CEE 93/68 (baja tensión modificada)

Fabricante:		**ELCONTROL ENERGY NET S.p.A.** Via Vizzano n° 44 40044 – Pontecchio Marconi (BO) – Italia
Producto:		regulador automático de energía reactiva **PFR96**
Normas de referencia:		
EMC ambiente industrial:		emisión EN61326-1
Seguridad eléctrica		EN61010-1
Conformidad:	CEE 89/336	
		CEE 72/23 – CEE 93/68

Fecha de aprobación de la marca: 2006

2.2 - Seguridad de los operadores

Leer atentamente las siguientes páginas antes de instalar y usar este equipo.

El instrumento descrito en el presente manual está destinado únicamente al uso por parte de personal debidamente capacitado. Las operaciones de mantenimiento y/o reparación con el instrumento conectado deben ser realizadas únicamente por personal cualificado y autorizado.

Para un uso correcto y seguro del instrumento y para el mantenimiento y/o reparación, es fundamental que las personas encargadas del mantenimiento y/o reparación sigan los procedimientos normales de seguridad.

El símbolo presente en el instrumento y en cualquier otra parte indica que se debe consultar el manual de instrucciones.

3 - ALIMENTACIÓN Y CONEXIÓN

3.1 - Alimentación

El regulador **PFR96** posee dos bornes para la tensión de alimentación. El valor nominal de la tensión eficaz se indica en la parte trasera del instrumento, con una tolerancia de +/-10%. La frecuencia puede ser indiferentemente de 50Hz ó 60Hz.

El regulador **PFR96** no cuenta con fusible interno de protección; por lo tanto es necesario conectar en los conductores de alimentación dos fusibles 200mA de acción retardada. Alimentar el regulador a través de los bornes marcados con V2-V3.

3.2 - Medición de la tensión

La medición de la tensión se realiza a través de la misma conexión concerniente a la alimentación; por lo tanto valen los mismos límites y las mismas características.

Si la tensión que se debiera medir se obtuviera a través de un transformador voltimétrico (TV), es necesario introducir la relación de transformación nominal en la programación, de modo de realizar una regulación correcta.

3.3 - Medición de la corriente de línea

La medición de la corriente de línea (es decir de la corriente total absorbida por la instalación, incluidos los condensadores de compensación reactiva), es necesaria y por eso está presente en cada modelo de **PFR96**. Se debe realizar a través de un transformador amperométrico (TA) con corriente secundaria nominal 5A. El valor de la corriente primaria nominal debe ser superior al valor máximo de corriente absorbida por la instalación en la que se debe realizar la compensación reactiva, pero no demasiado alto ya que la medición para las cargas bajas no sería fiable. Por eso es conveniente tener en cuenta que la sensibilidad amperométrica del **PFR96** equivale a 1/50 del fondo de escala (es decir 100mA en el circuito secundario del TA).
El TA utilizado debe ser de buena calidad (al menos clase 1) y con potencia adecuada (tener en cuenta que el autoconsumo amperométrico del **PFR96** equivale a 1VA).
Conectar la señal amperométrica de la corriente de línea en los bornes marcados con MS1 – MS2.
Durante la preparación del circuito de medida, tener en cuenta que la conexión estándar preconfigurada en el regulador prevé que **el TA se ubique aguas arriba de la carga y del dispositivo de compensación reactiva y se debe conectar a la fase L1 (las fases L2 y L3 están destinadas a la medición de la tensión).**

3.4 - Medición de la corriente de la compensación reactiva

El regulador **PFR96**, en la versión ***plus***, posee una entrada adicional de medición de corriente, destinada al monitoreo de la absorción del sistema de compensación reactiva. Al igual que la medición de la corriente de línea, la medición de la corriente de la compensación reactiva se debe realizar con un transformador amperométrico (TA) con corriente secundaria nominal 5A.
El valor de la corriente primaria se debe elegir considerando un valor superior a la corriente nominal del equipo de compensación reactiva. Dicho valor debe ser inferior a la corriente absorbida por la 1ª batería del sistema de compensación reactiva multiplicada por 50.
El TA utilizado debe ser de buena calidad (al menos clase 1) y con potencia adecuada (tener en cuenta que el autoconsumo amperométrico del **PFR96** equivale a 1VA).
Conectar la señal amperométrica de la corriente de compensación reactiva a los bornes marcados con CS1-CS2.

3.5 - Salidas de mando

El regulador **PFR96** posee una serie de salidas de relé (de tipo estático con *zero crossing* en la versión STATIC RELAYS), para el control de las bobinas de los contactores AC.

Las salidas disponibles son 6 ó 12, todas programadas para el control de los contactores; se pueden volver a programar 1 ó 2 salidas para el control de la ventilación o la señalización de alarma (respectivamente en la versión con 6 y 12 salidas). Las salidas reprogramadas no estarán disponibles para el control de las baterías de condensadores. El circuito de mando prevé una tensión y una corriente máxima de conmutación de 400V (230V en la versión STATIC RELAYS) con un común y un mando para cada contactor. Proteger el circuito de mando con un fusible 4A de acción retardada para el/los común/comunes del regulador.
Conectar el circuito de mando y medición como se muestra en la lista de figuras.

Mando de 5 baterías *véase figura 1*
Mando de 6 baterías *véase figura 2*
Mando de 10 baterías *véase figura 3*
Mando de 11 baterías *véase figura 4*
Mando de 12 baterías *véase figura 5*
Conexión del TA de la compensación reactiva. véase figura 6

4 - PUESTA EN SERVICIO

El regulador **PFR96** ha sido diseñado para permitir una puesta en servicio y un funcionamiento sumamente simples.
Para permitir, en los casos más simples, una puesta en funcionamiento correcta sin necesidad de configurar los numerosos parámetros que el dispositivo puede controlar, permitiendo a los usuarios más exigentes controlar todas las magnitudes disponibles, la programación del regulador ha sido dividida en dos niveles: *programación básica y programación avanzada*.
La *programación básica* requiere sólo 2 parámetros funcionales del sistema.
La *programación avanzada* controla otros numerosos parámetros destinados a optimizar la regulación y el control del **PFR96**.

4.1 - Operaciones preliminares

Tomando como referencia lo descrito anteriormente (capítulo 3 – Alimentación y conexión), comprobar que las conexiones eléctricas hayan sido realizadas correctamente. Tener en cuenta que **el TA para la medición de la corriente de la instalación eléctrica se debe ubicar antes de la carga y del dispositivo de compensación reactiva y se debe conectar a la fase L1 (las fases L2 y L3 están destinadas a la medición de la tensión).** Una vez realizados estos controles, el regulador se encuentra listo para ser puesto en funcionamiento.

Durante el encendido, el regulador muestra durante 5 segundos el mensaje Elcontrol Energy Net; a continuación, durante otros 5 segundos, se visualizan las indicaciones en la identificación del modelo de **PFR96** y en la versión del firmware interno.

4.1.1 - Selección del idioma

Después de la indicación del modelo y de la versión del firmware, el regulador muestra la página para la selección del idioma. El idioma activado es el que parpadea. Pulsando la tecla **PAG** desplazar la lista y seleccionar el idioma deseado (parpadeante); pulsar la tecla **SEL** para seleccionar o esperar 10 segundos.

Posteriormente el instrumento entra en condición de pausa operativa (*warm up*), de 60 segundos de duración e indicada por la visualización en el display, para evitar intervenciones en las baterías en un periodo durante el cual los condensadores aún pueden estar cargados.

Una vez transcurridos los 60 segundos, el regulador está listo para las operaciones de regulación. La programación se puede realizar incluso durante la fase inicial de '*warm up*'.

4.1.2 - Programación básica

Para realizar una correcta puesta en funcionamiento, es necesario configurar sólo dos parámetros básicos para lograr una medición y una regulación correctas.

Para entrar a la página de programación, pulsar simultáneamente las teclas **+** y **-** durante 3 segundos (*el acceso a la programación implica la desconexión de todas las baterías conectadas y el bloqueo de la regulación, hasta regresar al funcionamiento automático o manual*). La visualización en display cambia a

P	R	O	G	R	A	M			B	A	S	I	C	A	
R	E	L	A	.	T	A				5	0	0	/	5	A

La relación del TA original es 500/5A; configurar el valor correcto pulsando las teclas **+** o **-**.

Para pasar a la página siguiente pulsar la tecla **PAG**. La visualización cambia a

P	R	O	G	R	A	M	.		B	A	S	I	C	A	
P	A	S	O		1					5	0	K	V	A	R

El valor original de la potencia de la 1ª batería es 50kvar; configurar el valor correcto, consultando eventualmente la documentación técnica del equipo de compensación reactiva, pulsando las teclas **+** o **-**

.

NOTA: la autodeterminación del primer escalón ha sido intencionalmente obviada ya que, en caso de variaciones de carga durante el proceso de adquisición de cualquier regulador, determinaría el valor de forma incorrecta.

Para salir de la programación básica, mantener pulsada la tecla **PAG** durante tres segundos; el display mostrará la página de medición inicial.

4.1.3 - Configuración del cosφ deseado

Esta regulación, a la que se puede acceder sólo si el regulador se encuentra programado en funcionamiento automático, permite configurar el cosφ que se desea mantener en la instalación. El valor preconfigurado es de 0,94 inductivo; este valor es correcto en la mayoría de los casos y por lo tanto es posible obviar dicha regulación.

En el caso en que el usuario desee modificar este parámetro, durante el funcionamiento automático del regulador, pulsar durante 3 segundos la tecla **PAG**.

La visualización se modificará como se muestra a continuación.

P	R	O	G	R	A	M	A	C	I	O	N		C	O	S
C	O	S	φ	=	0	,9	4	I	N	D					

Para modificar el valor pulsar las teclas **+** y/o **-**. Una vez finaliza la programación, pulsar nuevamente durante 3 segundos la tecla **PAG** para salir de la página y volver al funcionamiento anterior.

NOTA: después de 30 segundos el regulador regresará automáticamente al funcionamiento normal.

4.1.4 - Controles de la puesta en funcionamiento

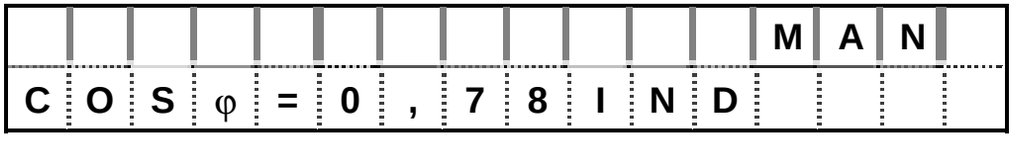
Durante el encendido o la salida de la programación, el regulador regresará a la condición de funcionamiento (automático o manual) que estaba activada anteriormente.
La condición de funcionamiento configurada se puede visualizar en la parte superior derecha del display, la visualización AUT indica el funcionamiento automático y MAN el funcionamiento manual.
En la segunda línea el display muestra las mediciones que el regulador realiza; se puede comprobar la conexión correcta del TA analizando los valores medidos. La siguiente tabla puede ser de ayuda.

Instalación constituida por cargas convencionales, sin condensadores de compensación reactiva activados.
El cosφ visualizado debe tener la indicación IND.
Los kW visualizados no deben tener la indicación GENERADOS
Los kvar visualizados deben tener la indicación IND
Instalación constituida por generadores asincrónicos, sin condensadores de compensación reactiva activados.
El cosφ visualizado debe tener la indicación IND.
Los kW visualizados deben tener la indicación GENERADOS
Los kvar visualizados deben tener la indicación IND

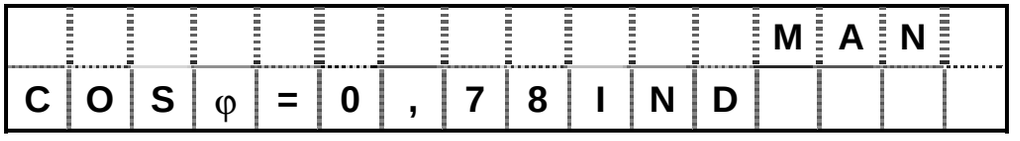
En caso de que no se cumplan dichas condiciones es necesario intervenir en la señal del TA; el regulador **PFR96** permite operar para ello a través de una página de programación específica, sin operar directamente en el TA (véase *programación avanzada apartado 4.2.1*).

4.1.5 - Prueba de funcionamiento 1

Llevar el regulador a funcionamiento normal pulsando la tecla **AUT/MAN** (en la parte superior derecha del display se visualiza el mensaje MAN).



Pulsar la tecla **+**; el indicador del estado de las baterías indicará la condición de encendido en correspondencia con la posición 1; se debe conectar el contactor de mando de los condensadores correspondiente.



Pulsando nuevamente la tecla **+** sucesivamente se conectarán las baterías restantes.

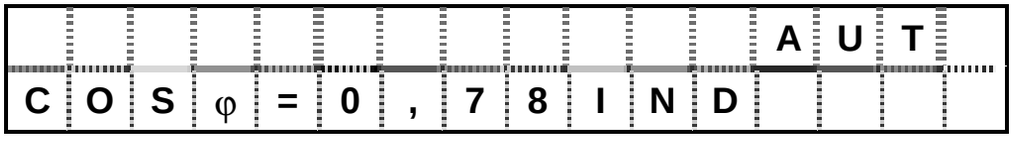
Pulsando la tecla **-** se desconectarán progresivamente las baterías encendidas, comenzando por la primera.

La operación de conexión / desconexión de las baterías debe provocar una variación del cosφ leído por el regulador; especialmente comenzando de la condición de cosφ inductivo, con la conexión de las baterías el valor debe aumentar (cuando llega a 1 el valor leído desciende nuevamente pero con la identificación de capacitivo CAP). Si esto no sucede, las baterías no funcionan (no tienen potencia) o bien el TA está ubicado aguas abajo de la alimentación de las baterías de compensación reactiva.

Si la prueba es superada, continuar con *la prueba de funcionamiento 2*

4.1.6 - Prueba de funcionamiento 2

Llevar el regulador a funcionamiento automático pulsando la tecla **AUT/MAN** (en la parte superior derecha del display se visualiza el mensaje AUT). Si el regulador ha sido conectado correctamente, las mediciones indicarán un cosφ inductivo y un valor de potencia activa kW positivo. Si la potencia de la carga es suficiente, el regulador indicará en el display, con la flecha hacia arriba, que ha comenzado el procedimiento de conexión automática de los escalones;



la conexión continuará hasta que el cosφ medido sea similar al valor programado (valor predeterminado 0,94 inductivo). La condición de equilibrio se puede observar por la falta de indicaciones en la última celda de la primera línea del display.

4.2 - Programación avanzada

La programación básica, descrita en el apartado 4.1.2, es suficiente para lograr una regulación correcta. En la sección *programación avanzada* están disponibles numerosos parámetros que permiten optimizar y personalizar el funcionamiento del dispositivo.
Para un uso simple del regulador, no es necesario modificar estos parámetros que ya han sido preconfigurados por el fabricante.

Para acceder a este tipo de programación, pulsar simultáneamente las teclas **+** y **-** durante 3 segundos, durante el funcionamiento del regulador. La visualización se modificará mostrando las páginas de configuración básica del TA y de la potencia de la 1ª batería. Pulsando nuevamente la tecla **PAG** se visualizará la página de acceso a la programación avanzada.

P	R	O	G	R	A	M	.	A	V	A	N	Z	A	D	A
S	E	L		P	A	R	A		E	N	T	R	A	R	

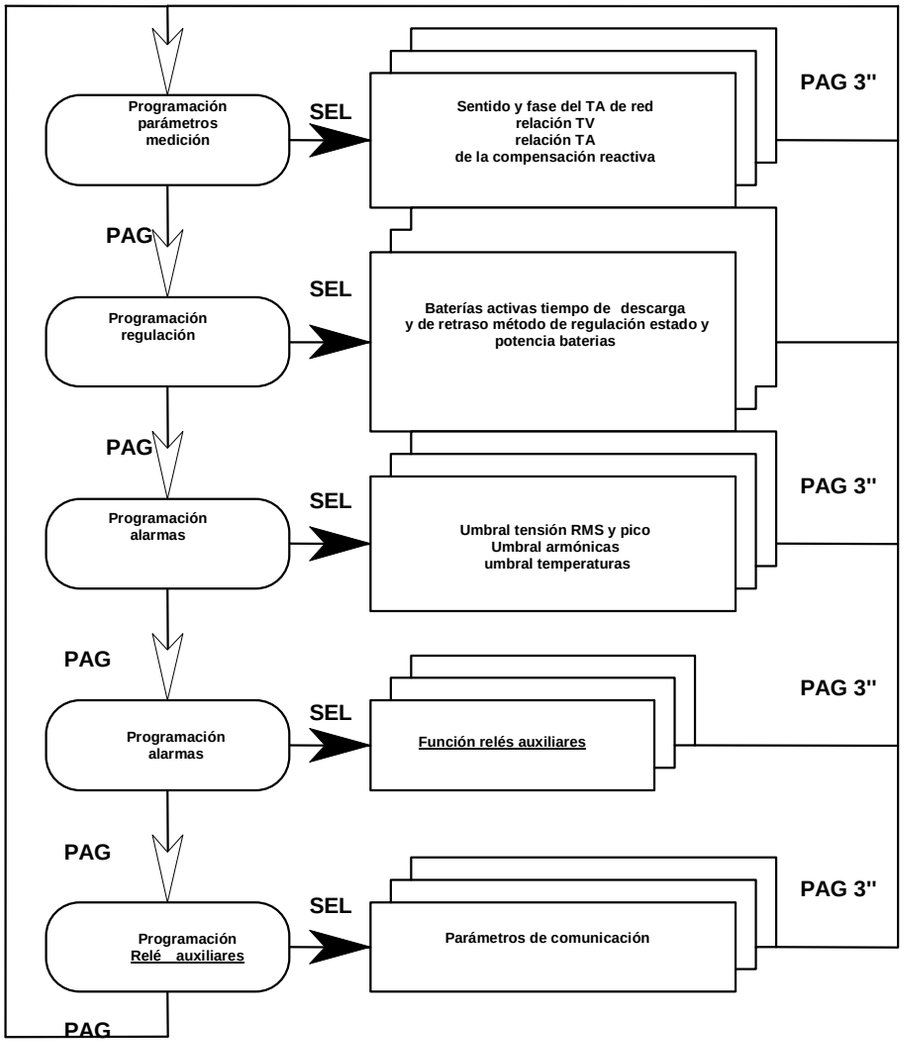
Para acceder a la programación avanzada es necesario pulsar la tecla **SEL**.
La estructura del menú de programación avanzada sigue el esquema que se reproduce a continuación, donde para avanzar al menú siguiente se debe pulsar la tecla **PAG**, para entrar al menú visualizado se debe pulsar la tecla **SEL**, para salir del menú visualizado y volver al nivel anterior se debe mantener pulsada durante 3 segundos la tecla **PAG**.

4.2.1 - Programación de los parámetros de medición

El menú de programación de las mediciones permite configurar algunos parámetros relacionados con las mismas. Pulsar la tecla **PAG** para continuar con un nuevo parámetro, mantener pulsada la tecla **PAG** durante 3 segundos para salir de la programación de los parámetros de medición.

Sentido del TA
El primer parámetro programable es el sentido de la señal amperométrica procedente del TA principal; el valor predeterminado es *directo*, modificable en *inverso* con las teclas **+** y **-**. Esto permite corregir el sentido del TA eliminando la necesidad de modificar físicamente el montaje / cableado.

Fase del TA
Se trata de la programación de la fase que se debe utilizar para la medición de la corriente con el TA. El valor predeterminado es ***L1***, presuponiendo que la medición de la tensión sea realizada midiendo la señal entre las dos fases restantes (L2 y L3) realizando la conexión en cuadratura. Se puede modificar el valor predeterminado con las teclas **+** y **-** en *L2* o *L3*. Esta selección elimina la necesidad de desmontar el TA para posicionarlo en una fase diferente.



Configuración del TV
Si el regulador es alimentado a través de un transformador de tensión, es posible configurar la relación de transformación del mismo (obviamente la tensión secundaria del transformador debe ser compatible con la tensión nominal del regulador).

La programación predeterminada no prevé la presencia del TV; pulsando las teclas + y - se modifica dicha configuración.

Configuración del TA destinado a la medición de la compensación reactiva
Si el regulador es del tipo ***plus*** se puede medir la corriente de una fase del sistema de compensación reactiva con un TA específico. Las mediciones asociadas a ésa y los controles en la misma estarán disponibles en el proceso automático. La configuración de la relación de transformación del TA de compensación reactiva se realiza con las teclas + y -; un valor inferior a 5/5A inhibe la función de medición en la compensación reactiva.

4.2.2 - Programación de la regulación

El menú de programación de la regulación permite configurar los parámetros necesarios para lograr una regulación óptima y compatible con las características del sistema. Pulsar la tecla **PAG** para continuar con un nuevo parámetro, mantener pulsada la tecla **PAG** durante 3 segundos para salir de la programación de los parámetros de regulación.

Número de baterías activas
El regulador tiene disponible un número específico de relés (6 ó 12) según el modelo; se pueden utilizar todos o algunos de esos relés para controlar los dispositivos de conexión de los condensadores. También es posible destinar algunos relés al control de un sistema de ventilación forzada y/o para a señalización de alarmas. Dado que el control de los escalones es prioritario, sólo en el caso de que no sean utilizados relés de tipo AUX, los mismos pueden ser destinados al control alternativo.
El regulador posee una programación predeterminada del número de baterías igual al número de relés presentes en el instrumento;

- si el regulador es del tipo de 6 relés, se puede reducir el número de baterías (5, 4, 3, 2) dejando el relé AUX1 disponible para la programación alternativa;
- si el regulador es del tipo de 12 relés, se puede reducir el número de baterías a 11, dejando el relé AUX2 disponible para la programación alternativa;
- si el regulador es del tipo de 12 relés, se puede reducir el número de baterías (10, 9, …, 2), dejando los relé AUX2 y AUX1 disponibles para la programación alternativa.

Configurar un número de baterías activas igual a la cantidad real de baterías presentes, con el uso de las teclas [+] y [-]; pulsando la tecla [PAG] se pasará al parámetro siguiente, visualizando temporalmente la disponibilidad o no de los relés AUX para la programación alternativa.

Tiempo de descarga de los condensadores
Los condensadores deben tener una tensión residual, antes de ser alimentados, inferior al 10% del valor nominal; para realizar la descarga cuentan con dispositivos específicos (resistencias o reactancias) que operan en un tiempo definido; se trata del tiempo de descarga. El valor normalmente utilizado es 30 segundos y dicho valor es programado por el fabricante. El valor se puede modificar de un mínimo de 5 segundos a un máximo de 300 segundos, con el uso de las teclas [+] y [-].

ATENCIÓN: es importante configurar el valor correcto y compatible con el sistema utilizado para realizar la descarga de los condensadores.

Tiempo de maniobra de los condensadores.
Para evitar maniobras inútiles en los condensadores, es conveniente esperar algunos segundos antes de realizar la intervención de conexión y de desconexión. El tiempo de maniobra es el tiempo durante el cual debe permanecer activada la señal de intervención, para que efectivamente se realice la regulación. El valor predeterminado es de 30 segundos, el valor mínimo programable es de 5 segundos, el valor máximo es de 300 segundos, con el uso de las teclas [+] y [-].

ATENCIÓN: antes de reducir el tiempo por debajo de los 30 segundos, es necesario comprobar que la frecuencia de maniobra máxima que se puede realizar (número de conmutaciones por minuto) sea compatible con los dispositivos de maniobra (contactores de mando de los condensadores).

Método de regulación
El regulador **PFR96** dispone de dos modos de funcionamiento automático: *método geométrico y método ecualizado.*
La configuración predeterminada corresponde al *método geométrico.* La regulación es realizada con conexiones y desconexiones, siempre a partir de las baterías disponibles para la operación, de orden inferior. La lógica geométrica ofrece la ventaja de que su funcionamiento es previsible y en la instalación básica únicamente requiere la configuración de la potencia de la 1ª batería. Para una lógica geométrica correcta es necesario, durante la composición del sistema de compensación reactiva, conectar las baterías asociando aquella con la potencia inferior al 1er escalón y las sucesivas con potencia igual o superior, con valor múltiple de la 1ª batería.
El *método ecualizado* asocia diferentes características importantes y se logra el siguiente objetivo: el regulador controla las baterías de forma independiente al orden de las mismas, tratando de obtener así el

cosφ configurado en el menor tiempo y con el menor número de maniobras posibles, compatiblemente con los tiempos de descarga y privilegiando las baterías con un menor número de horas de trabajo.
De este modo se logra un nivel de desgaste uniforme del sistema, manteniendo bajo control los parámetros de envejecimiento de los condensadores / contactores de cada batería.
La correcta regulación ecualizada requiere que la primera batería esté asociada al grupo de potencia inferior y que las baterías sucesivas estén conectadas con potencias de valor superior / igual a la anterior, con valor múltiple de la 1ª batería. Además, durante la instalación, es necesario conocer y configurar la potencia de cada batería.

Configurar el método de regulación deseado, con las teclas **+** y **-**.

Control del estado de cada una de las baterías
El regulador **PFR96** permite configurar, para cada batería activa, excepto la 1ª, el tipo de funcionamiento entre tres estados:
- siempre encendida,
- siempre apagada,
- controlada por el regulador.

A través de esta función, es posible configurar una batería como siempre encendida, por ejemplo con la función de compensación reactiva del transformador MT/bt, o bien se puede excluir del funcionamiento controlado por el regulador una batería que, por ejemplo, requiere mantenimiento y por lo tanto no debe ser accionada.
La configuración predeterminada prevé que cada batería sea controlada por el regulador según lo programado; con las teclas **+** y **–** se puede seleccionar ON o bien OFF. El estado programado en cada batería será aplicado tanto para el funcionamiento automático como para el funcionamiento manual.

4.2.3 - Programación de las alarmas.

El regulador **PFR96** puede controlar e intervenir ante una gran variedad de eventos peligrosos. Algunos eventos son considerados peligrosos cuando el valor de la magnitud asociada supera el umbral configurado continuamente durante un tiempo predeterminado (120 segundos); la situación de alarma cesa cuando la magnitud asociada desciende por debajo del umbral de intervención reducida por una histéresis igual al 2% del valor de alarma, continuamente por un tiempo predeterminado.

Pulsar la tecla **PAG** para continuar con un nuevo parámetro, mantener pulsada la tecla **PAG** durante 3 segundos para salir de la programación de las alarmas.

La activación de la condición de alarma prevé:
- desactivación rápida de todas las baterías activadas
- señalización en el display del tipo de alarma activada.
- cierre del relé de alarma (si ha sido configurado durante la programación de los relés auxiliares – véase apartado 5.2.4).

Las magnitudes que pueden provocar condiciones de alarma son:
- valor RMS de la tensión,
- valor de pico instantáneo de la tensión,
- distorsión armónica (THD) de la corriente de la instalación eléctrica,
- distorsión armónica de la corriente presente en los condensadores (sólo para versiones ***plus***),
- distorsión armónica de la tensión,
- umbral de temperatura peligrosa.

En forma adicional se puede configurar el umbral de temperatura para la activación de la ventilación forzada, que no producirá la desactivación de las baterías / cierre de relé de alarma, sino el cierre del relé auxiliar asociado con la activación de la ventilación forzada (si estuviera programado – véase apartado 4.2.4).

Los umbrales de alarma poseen un valor predeterminado por el fabricante que por lo general permite realizar un control eficaz del sistema de compensación reactiva / red eléctrica; sin embargo, a través de las teclas [+] y [-], se pueden modificar dichos umbrales.

El valor programado en 0 / OFF inhibe la alarma correspondiente.

ATENCIÓN: es necesario que los valores de los umbrales de alarma sean evaluados y eventualmente modificados por personal autorizado y cualificado. Valores incorrectos de los umbrales de alarma pueden dañar gravemente el sistema de compensación reactiva y la instalación eléctrica.

4.2.4 - Programación de los relés auxiliares (para señalizaciones de alarmas o control de ventiladores)

El regulador **PFR96** posee un relé auxiliar (denominado AUX1) en la versión con 6 salidas, y dos relés auxiliares (denominados AUX1 y AUX2) en la versión con 12 salidas.

Dichos relés, generalmente de tipo abierto y equipados cada uno con dos terminales específicos y conectados al tablero de bornes, se pueden utilizar para controlar las baterías de compensación reactiva, para el control de un ventilador externo o para la señalización de la presencia de condiciones de alarma.

La posibilidad de utilizar el/los relé/s como mando del ventilador o bien como señalización de alarma, depende de la configuración del número de baterías por controlar (apartado 5.2.2).
En el caso que los relés auxiliares estén asociados con el control de baterías de condensadores, la entrada a este menú indicará el mensaje 'NO DISPONIBLE'; de otro modo con el uso de las teclas + y - se puede elegir entre la función de control del ventilador y la función de señalización de alarma.
Pulsar la tecla **PAG** para continuar con el relé auxiliar siguiente, mantener pulsada la tecla **PAG** durante 3 segundos para salir de la programación de los relés auxiliares.

4.2.5 - Programación del puerto de comunicación RS485.

El regulador **PFR96 plus** posee un puerto RS485 con protocolo de comunicación MODBUS RTU con codificación BCD. Los parámetros configurables, con las teclas + y -, son:

- Dirección del instrumento
- baud rate
- bit de paridad.

Pulsar la tecla **PAG** para continuar con un nuevo parámetro, mantener pulsada la tecla **PAG** durante 3 segundos para salir de la programación de los parámetros de comunicación RS485.

5 - FUNCIONES DEL REGULADOR

El funcionamiento del regulador automático **PFR96** permite realizar operaciones de:

- medición
- control y protección
- regulación.

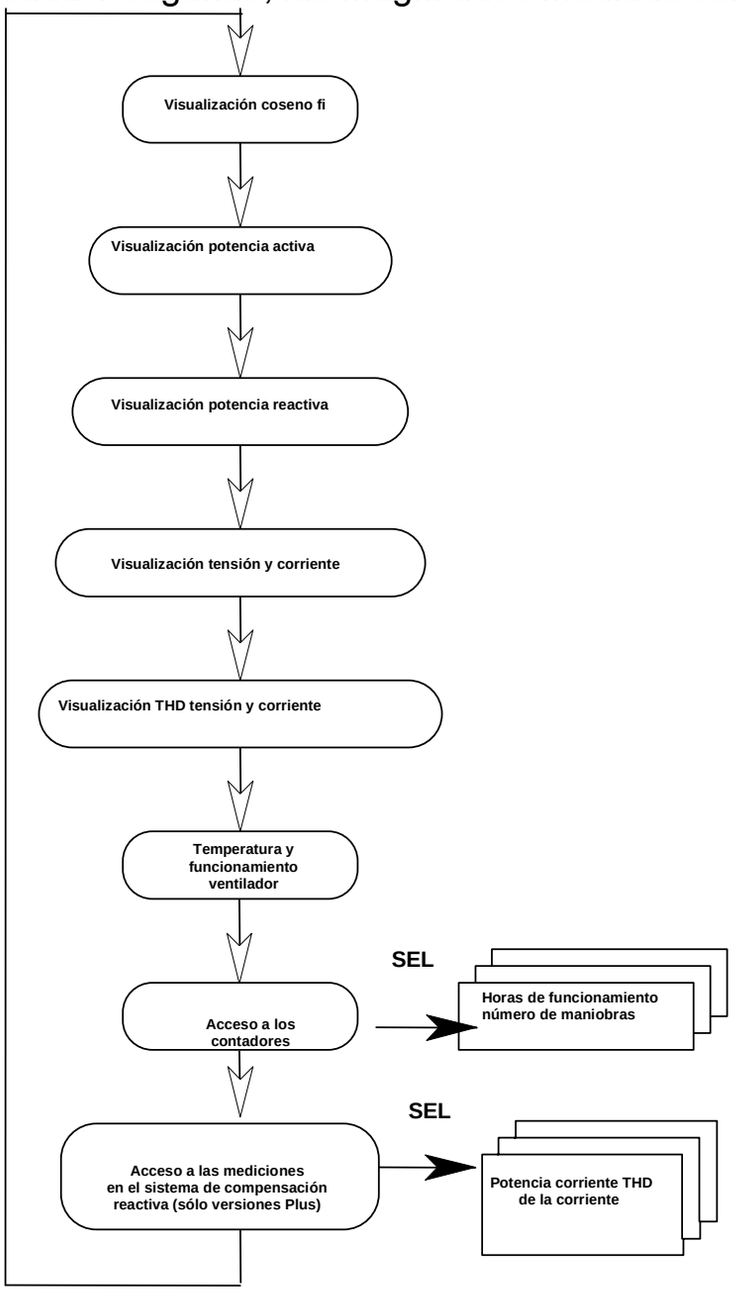
5.1 - Medición

El regulador **PFR96** realiza la actualización del display cada 1 segundo; las magnitudes medidas son:

- tensión de alimentación (valor eficaz real),
- corriente de red (valor eficaz real),
- temperatura interna del instrumento,
- corriente absorbida por el sistema de compensación reactiva (sólo para versiones ***plus***).

Con las magnitudes medidas directamente, el **PFR96** puede determinar el valor de potencia activa y reactiva trifásica, el cosφ de la carga, la THD de la tensión y de la corriente. En las versiones ***plus***, se añaden los datos concernientes a las absorciones específicas del sistema de compensación reactiva, es decir la potencia reactiva trifásica, la corriente y la THD de la corriente.

Las magnitudes medidas se visualizan en la segunda línea del display; para pasar a la visualización de la magnitud siguiente, pulsar la tecla **PAG**; el regulador, en rotación, visualizará todas las mediciones disponibles.


Visualización coseno fi
Visualización potencia activa
Visualización potencia reactiva
Visualización tensión y corriente
Visualización THD tensión y corriente
Temperatura y funcionamiento ventilador
Acceso a los contadores
SEL
Horas de funcionamiento número de maniobras
Acceso a las mediciones en el sistema de compensación reactiva (sólo versiones Plus)
SEL
Potencia corriente THD de la corriente

5.1.1 - Contadores

El regulador **PFR96** puede medir y visualizar algunos parámetros vinculados con el historial del funcionamiento de cada batería y en especial, el número de horas de funcionamiento y el número de maniobras realizadas (los datos asociados se guardan en la memoria cada 10 horas de actividad).

De este modo se puede monitorear el nivel de envejecimiento de los componentes principales de la batería de compensación reactiva y por lo tanto los condensadores y contactores de mando.

Para visualizar los datos de funcionamiento de las baterías, es necesario entrar al menú específico que se muestra en el display.

C	O	N	T	A	D	O	R	E	S					
S	E	L		P	A	R	A		E	N	T	R	A	R

El acceso a la página de los contadores permite visualizar inmediatamente el número de horas de funcionamiento de la batería 1.

H	O	R	A	S		D	E		T	R	A	B	A	J	O
E	S	C	A	L	.	1		1	2	3	0	H			

Después de 3 segundos se visualiza el número de maniobras realizadas por la batería 1.

N	U	M	.	I	N	S	E	R	C	I	O	N	E	S	
E	S	C	A	L.	1		5	6	7	0	M	A	N		

Pulsando la tecla **PAG** se pasa a la batería siguiente, manteniéndola pulsada durante 3 segundos, se regresa a la visualización del cosφ de red (esta condición se presenta automáticamente si no se pulsa ninguna tecla durante 30 segundos).

Cuando se cumplen 5000 horas o bien 5000 maniobras, en el punto correspondiente al símbolo de batería activa se visualiza un símbolo que representa una llave inglesa 'Ψ', el cual sugiere el control de los componentes para realizar un mantenimiento preventivo. La presencia de este símbolo se puede eliminar pulsando la tecla **SEL** durante 5 segundos consecutivos cuando se está en la página de visualización de los contadores, en correspondencia con el escalón que se está examinando.
La indicación de la operación en el display es:

N	U	M	.	I	N	S	E	R	C	I	O	N	E	S	
		B	O	R	R	A	D	O							

que se puede visualizar durante 2 segundos.

Atención: si se mantiene pulsada la tecla **SEL** *durante otros 5 segundos, se ponen a cero los contadores de las horas de funcionamiento y de las maniobras realizadas.*

5.1.2 - Mediciones en el sistema de compensación reactiva

En las versiones ***plus*** se pueden medir las magnitudes concernientes al equipo de compensación reactiva. Para acceder a estas medidas, después de la visualización del menú para el acceso a los contadores, pulsar la tecla **PAG** para visualizar el menú de acceso a las medidas.

P	**F**	**C**		**E**	**Q**	**P**		**M**	**E**	**D**	**I**	**D**	**A**	
S	**E**	**L**		**P**	**A**	**R**	**A**		**E**	**N**	**T**	**R**	**A**	**R**

Pulsando la tecla **SEL** se accede a las páginas destinadas a las mediciones en la compensación reactiva; en orden se presentan el valor de la potencia reactiva suministrada en ese momento de la compensación reactiva, el valor eficaz de la corriente absorbida (pulsando la tecla **PAG**) y el valor de la distorsión armónica porcentual de la corriente de la compensación reactiva (pulsando la tecla **PAG**).

Este parámetro indica la sobrecarga armónica real que el sistema de compensación reactiva debe soportar; a tal magnitud se puede asociar una condición de alarma / protección para el control de la sobrecarga armónica destinada a preservar el sistema en caso de que se superen los límites configurados.

NOTA: para una medición correcta del valor es necesario configurar la relación del TA destinado a la compensación reactiva (véase apartado 5.2.1) y conectar la señal amperométrica como se indica en la figura 6).

Pulsando nuevamente la tecla **PAG** se regresa a la visualización de la potencia, manteniéndola pulsada durante 3 segundos, se regresa a la visualización del cosφ de red (esta condición se presenta automáticamente si no se pulsa ninguna tecla durante 30 segundos).

5.2 - Control y protección

El regulador **PFR96** ha sido diseñado para realizar cíclicamente una serie de controles de los parámetros medidos, con el fin de señalar situaciones anómalas y preservar el sistema de condiciones de

funcionamiento potencialmente peligrosas. Una parte de los parámetros bajo control está asociada a la programación de umbrales y de modos de intervención (véase apartado 4.2.3), mientras que otros parámetros son controlados independientemente desde las configuraciones de la instalación.

5.2.1 - Cajada de tensión

La tensión de red puede ser afectada por microinterrupciones o bruscas caídas del valor RMS (comúnmente llamados *dip*); dicha condición puede ocasionar problemas ya que los contactores de mando de los condensadores pueden entrar en una zona de inestabilidad con riesgo de imprecisión en el cierre de los contactos de potencia. Esta situación se debe evitar ya que los condensadores serían alimentados repetidamente sin respetar los tiempos de descarga, y por lo tanto se dañarían.
Por tal motivo el **PFR96** ha sido equipado con un circuito de medición / acción rápida y privilegiada que permite abrir instantáneamente todos los relés de mando de los contactores apenas el valor RMS de la tensión desciende por debajo del 50% del valor nominal, con un retraso de 10ms (8ms a 60Hz).
Después de este evento, el regulador visualizará en el display

C	A	J	D	A		D	E		T	E	N	S	I	O	N

manteniendo un estado de standby durante 120 segundos; cuando finaliza el tiempo indicado el regulador retomará el funcionamiento normal.

5.2.2 - Control de la frecuencia

La tensión de red puede tener un valor de frecuencia diferente al valor nominal y variable en el tiempo. Dicho valor es medido constantemente por **PFR96** que lo utiliza como medida interna para los procesos de cálculo. Está activo un control que indica una excesiva variación de la frecuencia medida respecto a la frecuencia admisible; si la frecuencia varía más del 5% respecto a 50/60Hz, el regulador interrumpe todas las actividades, abre todos los contactos de mando de los condensadores y señala en el display

W	R	O	N	G		F	R	E	Q	U	E	N	C	Y	

El regreso al funcionamiento normal se produce automáticamente si la frecuencia regresa dentro de los límites admitidos.

5.2.3 - Otros controles

Los demás parámetros que el **PFR96** puede operar, para controlar el estado de funcionamiento del sistema de compensación reactiva, deben ser programados y activados. Para más información al respecto véase el apartado 4.2.3.

5.3 - Regulación – funcionamiento automático

La actividad principal del **PFR96** es la regulación, entendida como el mantenimiento del cosφ de la instalación eléctrica próximo a un valor programado *(*cosφ *target*), de forma compatible con las dinámicas posibles para la compensación reactiva y con la división realizada en baterías. El funcionamiento automático se indica en el display con el mensaje AUT.
El regulador **PFR96** controla constantemente el cosφ de la instalación y responde con los tiempos programados (tiempo de intervención / tiempo de descarga de los condensadores), según la lógica programada (véase el apartado 4.2.2).
Durante la regulación el **PFR96** informa sobre el estado de cada batería, activando el símbolo ⫩ en correspondencia con las baterías de los condensadores conectadas. La activación del símbolo ? o bien ? indica respectivamente que el regulador está a punto de desconectar / conectar a la red una de las baterías de los condensadores disponibles.

5.4 - Regulación–funcionamiento manual

El regulador **PFR96** se puede configurar para el funcionamiento manual (indicado en el display con el mensaje MAN). Durante el funcionamiento en este modo, el regulador realiza siempre las mediciones estándar, los controles y las protecciones, pero no actúa de forma autónoma en las baterías para alcanzar el cosφ target.
Las baterías se pueden conectar y desconectar manualmente, mediante las teclas y , accionando siempre una secuencia que prevé controlar las baterías comenzando de la 1ª y continuando con las siguientes.
Durante la conexión manual de las baterías el **PFR96** puede controlar los tiempos de descarga; por lo tanto es posible que el regulador no conecte la batería si se pulsa la tecla . En ese caso, si la causa está vinculada a la necesidad de esperar que el condensador se descargue, el símbolo de la batería en cuestión parpadeará durante algunos segundos; esperar que transcurra el tiempo de descarga y pulsar nuevamente la tecla para realizar la conexión.

6 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

6.1 - Características de fabricación

Caja de material plástico para el montaje en panel
Medidas: parte frontal 96x96mm, profundidad 116mm
Plantilla de perforación 91x91mm
Peso máximo: 800 g
Tablero de bornes desmontable con sección nominal 2,5mm², IP20, con bridas de seguridad (excepto tablero de bornes de alimentación)

6.2 - Características eléctricas y de funcionamiento

Alimentación voltimétrica según el modelo:
modelo 230V: 215-250V ?10%
modelo 400V: 380-440V ?10%
Absorción voltimétrica: máx. 10VA
Alimentación amperométrica: 0.1-5A, sobrecarga máxima 6A
Absorción amperométrica: máx. 1VA
Frecuencia: 50/60Hz ?5%
Dispositivo para la puesta a cero por falta de tensión y hueco de tensión.
Filtro que permite el funcionamiento normal incluso en presencia de fuertes interferencias de red.
Campo de regulación del cosφ de 0.7ind. a 0.7cap.
Campo de configuración del TA: de 5/5A a 5000/5A.
Valor mínimo de configuración de la potencia del primer escalón: 1kvar
Tiempo de intervención entre los escalones: configurable entre 5 seg. y 300 seg.
Tiempo de descarga de los condensadores: configurable entre 5 seg. y 300 seg.
Número de los contactos de salida según el modelo:
- modelo 6 salidas: 5 relés NA con común único y 1 relé NA con dos terminales
- modelo 12 salidas: 10 relés NA con dos comunes y 2 relés NA con dos terminales

Capacidad de los contactos según el modelo:
- modelo con relé electromecánico: 5A-250V / 2A-400V 50/60Hz
- modelo con relé estático *zero-crossing*: 1A 230V 50/60Hz

Capacidad de los comunes de los relés: de 8A a 40°C
Contactos de tipo desmontable con sección nominal 2.5mm²

Puerto de comunicación (opcional): RS485 – protocolo MODBUS RTU con codificación BCD

6.3 - Condiciones ambientales y de funcionamiento

Grado de protección de la parte frontal: IP40
Temperatura de trabajo: -10+50°C, condensación no admitida
Temperatura de almacenamiento: -25+70°C
Instalación para interior lejos de fuentes de calor y protegido de los rayos solares.

7 - USO Y MANTENIMIENTO

Para un uso y mantenimiento correctos, tanto del regulador como de la instalación de funcionamiento, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- mantener bien limpias sus partes,
- mantener los bornes y los terminales apretados,
- restablecer o sustituir las conexiones y componentes defectuosos,
- realizar el mantenimiento durante la fase de instalación y posteriormente cada 3 meses.